

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年1月31日(31.01.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/014879 A1

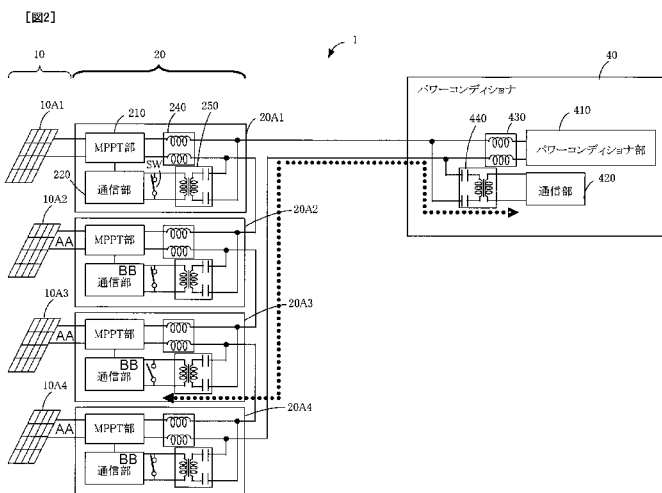
- (51) 国際特許分類:
H02J 3/38 (2006.01) H04M 11/00 (2006.01)
H04B 3/54 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/004555
- (22) 国際出願日: 2012年7月13日(13.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-165864 2011年7月28日(28.07.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 行實 良太(YUKIZANE, Ryota). 古賀 久雄(KOGA, Hisao). 小西 泰輔(KONISHI, Taisuke).
- (74) 代理人: 橋本 公秀, 外(HASHIMOTO, Kimihide et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: POWER LINE COMMUNICATION DEVICE, SOLAR POWER GENERATION SYSTEM, POWER LINE COMMUNICATION METHOD, AND POWER LINE COMMUNICATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 電力線通信装置、太陽光発電システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム



- 40 Power conditioner
- 210 MPPT unit
- 220 Communication unit
- 410 Power conditioner unit
- 420 Communication unit
- AA MPPT unit
- BB Communication unit

(57) Abstract: Provided are a power line communication device, etc. capable of minimizing attenuation of the power of a control signal. This power line communication device is provided with: communication units (220) that are connected in parallel to photovoltaic [PV] panels (10), which are connected in series to power lines (PL), and the communication units transmit control signals relating to power generated by the PV panels (10) via the power lines (PL); and switch units (SW) that are connected in parallel to the communication units (220).

(57) 要約: 制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能な電力線通信装置等を提供する。本電力線通信装置は、電力線PLに対して直列に接続されたPVパネル10に対して並列に接続され、電力線PLを介して、PVパネル10による発電に関する制御信号を通信する通信部220と、通信部220に対して並列に接続されたスイッチ部SWと、を備える。

WO 2013/014879 A1

明 細 書

発明の名称：

電力線通信装置、太陽光発電システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、電力線通信装置、太陽光発電システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム、に関する。

背景技術

[0002] 従来、電力線を介した通信である電力線通信（P L C : P o w e r L i n e C o m m u n i c a t i o n）を行う電力線通信装置は、電力線を介して各電気機器へ電力を供給するとともに、同じ電力線を介して各電気機器を制御するための制御データ等のデータを送信することができる。

[0003] 電力線通信装置を太陽光発電システムに用いると、電力線通信手段を有する制御装置が、電力線を介して、電力線通信手段を有する複数の太陽光パネルの電圧等を制御するための周辺装置（インバータ等の装置）に制御信号を送信することができる。このような電力線通信装置の1つとして、複数の分散電源としての太陽光パネルの周辺装置を共通の1台の制御装置で運転する際に、制御装置と各分散電源との間それぞれに専用の信号線を敷設することなく、運転制御情報を伝送する太陽光発電装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開平10-201105号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、太陽光発電システムでは、同一時間に制御信号を受信する

必要のある太陽光パネルの周辺装置と制御信号を受信する必要のない太陽光パネルの周辺装置とが存在する。制御信号を受信する必要のない太陽光パネルの周辺装置は、太陽光発電システムに接続されていることで制御信号に対する負荷となり、制御信号の電力を大きく減衰させてしまうことがあった。これに伴い、制御信号を受信する必要のある太陽光パネルの周辺装置は、制御装置から送信された制御信号を受信できない可能性があった。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能な電力線通信装置、太陽光発電システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の電力線通信装置は、電力線に対して直列に接続された太陽光発電装置に対して並列に接続され、前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を通信する通信部と、前記通信部に対して並列に接続されたスイッチ部と、を備える。

[0008] この構成によれば、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。したがって、制御信号の通信を確実に行うことができる。

[0009] また、本発明の電力線通信装置は、前記通信部による通信時に前記スイッチ部をオフにし、前記通信部による非通信時に前記スイッチ部をオンにするよう制御するスイッチ制御部を備える。

[0010] この構成によれば、通信を行っていないときにスイッチ部をオン（閉状態）とすることで、電力線に接続された他の電力線通信装置が通信を行っているときに当該電力線通信装置自体が負荷となり、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。

[0011] また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ制御部が、前記通信部による前記制御信号の受信が完了したときに、前記スイッチ部をオンにするよう制御する。

[0012] この構成によれば、制御信号の受信を確実にしつつ、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。

- [0013] また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ制御部が、前記通信部による前記制御信号に対する応答信号の送信が完了したときに、前記スイッチ部をオンにするよう制御する。
- [0014] この構成によれば、応答信号（ACK）の送信を確実に行いつつ、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。
- [0015] また、本発明の電力線通信装置は、前記太陽光発電装置に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第1のフィルタ部を備える。
- [0016] この構成によれば、太陽光発電装置に対して制御信号が伝送されずに、通信部が確実に制御信号を通信することができる。
- [0017] また、本発明の電力線通信装置は、前記太陽光発電装置に対して直列に接続され、前記太陽光発電装置による発電電力が最大となるよう前記太陽光発電装置の端子間電圧を制御する電圧制御部を備える。
- [0018] この構成によれば、複数の太陽光発電装置の全体での発電電力を最大としつつ、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。
- [0019] また、本発明の電力線通信装置は、前記通信部に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第2のフィルタ部を備える。
- [0020] この構成によれば、通信部に対して高電圧の直流電圧が印加されることを防止しつつ、制御信号の通信を確実に行うことができる。
- [0021] また、本発明の電力線通信装置は、前記スイッチ部が、前記通信部と前記第2のフィルタ部との間に接続されている。
- [0022] この構成によれば、スイッチ部に対して高電圧の直流電圧が印加されることを防止することができるので、耐電圧の低いスイッチを使用することができる。
- [0023] また、本発明の電力線通信装置は、前記制御信号が、前記太陽光発電装置が発電した電力情報を含む。
- [0024] この構成によれば、太陽光発電装置による発電量の把握や死活監視を行う

ことができる。

[0025] また、本発明の電力線通信装置は、前記電力情報が、前記太陽光発電装置が発電する電力の電圧値および電力値の少なくとも一方である。

[0026] この構成によれば、太陽光発電装置の電圧値や電力値を用いて、太陽光発電装置による発電量の把握や死活監視を行うことができる。

[0027] また、本発明の太陽光発電システムは、電力線に対して直列に接続された複数の太陽光発電装置と、前記複数の太陽光発電装置を制御する第1の電力線通信装置と、前記複数の太陽光発電装置の各々に接続された複数の第2の電力線通信装置と、を備える太陽光発電システムであって、前記第1の電力線通信装置が、前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を前記複数の第2の電力線通信装置に送信する第1の通信部を備え、前記第2の電力線通信装置が、前記電力線を介して、前記第1の電力線通信装置から前記制御信号を受信する第2の通信部と、前記第2の通信部に対して並列に接続されたスイッチ部と、を備える。

[0028] この構成によれば、第1の電力線通信装置と第2の電力線通信装置との間で通信を行うときに、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。したがって、制御信号の通信を確実に行うことができる。

[0029] また、本発明の太陽光発電システムは、前記第1の電力線通信装置は、前記第1の通信部を制御する通信制御部を備え、前記第1の通信部が、前記複数の第2の電力線通信装置に対して第1の順番で前記制御信号を送信し、前記複数の第2の電力線通信装置から前記制御信号に対する応答信号を第2の順番で受信し、前記通信制御部が、前記第1の順番と前記第2の順番とが異なる場合、前記複数の第2の電力線通信装置に対して前記制御信号を送信する順番を前記第2の順番に更新する。

[0030] この構成によれば、信号電力の減衰等により第1の順番での通信に支障がある場合、第2の順番とすることで確実に制御信号を通信できる可能性が高くなる。

[0031] また、本発明の太陽光発電システムは、前記通信制御部が、前記第1の通

信部により前記応答信号が受信されなかった場合、当該応答信号を送信すべき第2の電力線通信装置に対して前記制御信号を再送するよう、前記第1の通信部を制御する。

[0032] この構成によれば、再送要求を行うことで、第2の電力線通信装置からの制御信号を受信できる可能性が高くなる。

[0033] また、本発明の太陽光発電システムは、前記複数の太陽光発電装置が直列に接続されて構成される太陽電池ストリング単位で前記電力線を束ねる接続箱を備え、前記接続箱が、前記第1の電力線通信装置と当該接続箱の配下の太陽電池ストリングとに対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第3のフィルタ部と、前記第3のフィルタ部に対して並列に接続されたスイッチ部と、を備える。

[0034] この構成によれば、他の太陽電池ストリングに含まれる第2の電力線通信装置が通信を行うときに、当該太陽電池ストリングの配線による信号反射を防止することができる。

[0035] また、本発明の太陽光発電システムは、前記接続箱が、前記スイッチ部に対して直列に接続され、前記制御信号を通信する第3の通信部と、前記スイッチ部に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第4のフィルタ部と、を備え、前記第3のフィルタ部と、前記第3の通信部、前記スイッチ部、および前記第4のフィルタ部とは、並列に接続されている。

[0036] この構成によれば、ノイズカット等を施して確実に通信を行うことができる。

[0037] また、本発明の太陽光発電システムは、前記第3の通信部が、前記接続箱の配下の太陽電池ストリング内の太陽光発電装置に対応する前記第2の通信部から送信される応答信号を全て受信すると、前記第2のスイッチ部をオフにするよう制御する。

[0038] この構成によれば、配下の太陽電池ストリング内で制御信号や応答信号の

通信が行われていないときに限り第2のスイッチ部をオフにすることで、他の太陽電池ストリングの通信中に、通信を行っていない太陽電池ストリングが負荷となることを防止できる。

[0039] また、本発明の電力線通信方法は、電力線を介して通信を行う電力線通信装置における電力線通信方法であって、前記電力線に対して直列に接続された太陽光発電装置に対して並列に接続された通信部により、前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を通信するステップと、前記通信部に対して並列に接続されたスイッチ部を、通信時にオフにし、非通信時にオンにするよう制御するステップと、を有する。

[0040] この方法によれば、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。したがって、制御信号の通信を確実に行うことができる。

[0041] また、本発明の電力線通信プログラムは、上記電力線通信方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

[0042] このプログラムによれば、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。したがって、制御信号の通信を確実に行うことができる。

発明の効果

[0043] 本発明によれば、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムの概略を示すブロック図

[図2]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムの構成例を示すブロック図

[図3]本発明の第1の実施形態におけるパネルコントローラの詳細な構成例を示す図

[図4]本発明の第1の実施形態におけるカプラの他例を示す図

[図5]本発明の第1の実施形態におけるスイッチ部の他例を示す図

[図6]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムにおけるデータ通

信で用いられる通信フレームの構成例を示す図

[図7]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムにおける初期時のデータ通信タイミングとスイッチ部のオンオフ状態の一例を示す図

[図8]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムにおける通常時のデータ通信タイミングとスイッチ部のオンオフ状態の一例を示す図

[図9]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムにおけるデータ信号の送信順序（更新前）の一例を示す図

[図10]本発明の第1の実施形態における太陽光発電システムにおけるデータ信号の送信順序（更新後）の一例を示す図

[図11]本発明の第2の実施形態における太陽光発電システムの構成例を示すブロック図

[図12]本発明の第3の実施形態における太陽光発電システムの構成例を示すブロック図

発明を実施するための形態

[0045] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

[0046] (第1の実施形態)

図1および図2は、本発明の第1の実施形態における太陽光発電システム1の構成例を示す図である。太陽光発電システム1は、太陽光発電（PV：Photo Voltaic）パネル10、パネルコントローラ20、接続箱30、パワーコンディショナ40、および分電盤50、を有して構成される。なお、図1ではパネルコントローラ20の図示が省略され、図2では接続箱30および分電盤50の図示が省略されている。

[0047] PVパネル10は、光電効果により、光エネルギーを電力に変換する太陽電池を含むパネルである。ここでのPVパネル10とは、太陽電池単体である太陽電池セルであってもよいし、複数の太陽電池が組み合わされた太陽電池モジュールであってもよい。PVパネル10は、電力線PLに対して直列に接続される。

[0048] 図1の例では、各PVパネル10（PVパネル10A1～10A4、10

B1～10B4、10C1～10C4、10D1～10D4)が電力線PLを介して直列に接続された太陽電池ストリング(PVストリング)として構成され、さらに各太陽電池ストリングが電力線PLを介して並列に接続された太陽電池アレイ(PVアレイ)として構成されている。PVパネル10は、電力線PLに対して直列に接続されている。なお、ここではPVパネル10が4個直列に接続されてPVストリングが構成されているが、この数はこれに限られない。また、ここではPVストリングが4個並列に接続されてPVアレイが構成されているが、この数はこれに限られない。

[0049] なお、図1では、各PVパネル10は、PVパネル10A1～10A4、10B1～10B4、10C1～10C4、10D1～10D4、として示されており、構成等は全て同一である。以下では、特に示さない場合には、単にPVパネル10として説明する。

[0050] パネルコントローラ20は、図2に示すように、対応するPVパネル10の発電電力を入力し、この発電電力が所望の電力となるように制御する。所望の電力は、パワーコンディショナ40からの発電に関する制御信号(電圧、電流等の情報を含む信号)により決定され、日照条件等に伴ってパネルコントローラ20毎に異なることがある。

[0051] なお、図2では、各パネルコントローラ20は、パネルコントローラ20A1～20A4として示されており、構成等は全て同一である。以下では、特に示さない場合には、単にパネルコントローラ20として説明する。また、図2では、パネルコントローラ20A2～20A4内の構成部に対する符号の記載を省略しているが、実際にはパネルコントローラ20A1内の構成部に対する符号と同様である。

[0052] 接続箱30は、複数のPVパネル10が直列に接続されて構成されるPVストリング単位で配線としての電力線PLをまとめて、パワーコンディショナ40に接続する。接続箱30には、電力線PLを接続するための端子、点検や保守の際に使用されるスイッチ、避雷素子、電気の逆流を防止するための逆流防止ダイオード、などが含まれている。また、接続箱30は、パワー

コンディショナ40と一体化されてもよい。

- [0053] パワーコンディショナ40は、パネルコントローラ20から出力された各PVパネル10による発電電力に相当する直流電力を、交流電力に変換する。また、パワーコンディショナ40は、各PVパネル10により発電される発電電力の総和が最大となるように各PVパネル10から供給される供給電力を制御するため、パネルコントローラ20に対して制御信号を送信する。
- [0054] 分電盤50は、パワーコンディショナ40からの電力を各電気負荷（不図示）へ分配する。
- [0055] 図2に示すように、パネルコントローラ20は、MPPT部210、通信部220、スイッチ部SW、コイル部240、カプラ250、を有して構成される。
- [0056] MPPT部210は、太陽光発電による発電電力を太陽光発電システム1全体で最大にするための最大電力点追従制御（MPPT：Maximum Power Point Tracking）を行う。また、MPPT部210は、PVパネル10に対して直列に接続されており、PVパネル10の発電電力が最大となるように、PVパネル10の端子間電圧を制御する。つまり、MPPT部210は、電圧制御部としての機能を有する。MPPT部210の詳細な構成については後述する。
- [0057] 通信部220は、PVパネル10に対して並列に接続されており、電力線PLを介して各種情報を通信する。例えば、通信部220は、パワーコンディショナ40との間で、PVパネル10による発電に関する制御信号を通信する。通信部220の詳細な構成については後述する。
- [0058] スイッチ部（第1のスイッチ部）SWは、通信部220に対して並列に接続されており、例えばアナログスイッチICにより構成される。スイッチ部SWは、通信部220のCPU222（図3参照）によって電子制御によりオンオフ制御される。スイッチ部SWを備えることで、信号減衰を低減させた太陽光発電システムを実現することができる。図2の矢印では、一例として、パネルコントローラ20A3とパワーコンディショナ40とが通信中で

あることを示しており、このときには、パネルコントローラ20A3のスイッチ部SWはオフ（開状態）とされ、他のパネルコントローラ20A1、20A2、20A4のスイッチ部SWはオン（閉状態）とされている。

[0059] コイル部240は、PVパネル10に対して直列に接続されており、1組の電力線PLの各々にコイル241、242（図3参照）が配設されている。コイル部240は、制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第1のフィルタ部として作用する。コイル部240を備えることで、信号帯域である高周波帯域の信号を遮断し、PVパネル10へ制御信号が伝送されることを防止することができる。

[0060] カプラ250は、通信部220に対して直列に接続されており、コイルトランス251、及びカップリング用コンデンサ252a、252bで構成されている。カプラ250は、制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第2のフィルタ部として作用する。カプラ250を備えることで、直流電圧が通信部220に印加されないように（つまりDC成分をカット）するとともに、制御信号が伝送される信号帯域の信号は通過させることができる。また、カップリング用コンデンサ252a、252bはノイズフィルタとしても作用し、PVパネル10からパネルコントローラ20へ伝送されるノイズやMPPT部210のDC/DCコンバータ213において発生するスイッチングノイズが通信部220へ伝送することを抑制することもできる。

[0061] また、図2に示すように、スイッチ部SWは通信部220とカプラ250との間に配設されることが好ましい。これにより、耐電圧の低いスイッチをスイッチ部SWに使用することができる。

[0062] 図3は、パネルコントローラ20が備えるMPPT部210および通信部220の詳細な構成例を示す図である。

[0063] MPPT部210は、第1電圧センサ211、電流センサ212、DC/DCコンバータ213、第2電圧センサ214、およびマイクロプロセッサ（MPU:Micro Processing Unit）215、を備え

る。

- [0064] 第1電圧センサ211は、パネルコントローラ20に接続されたPVパネル10の出力電圧（端子間電圧）を検出する。電流センサ22は、パネルコントローラ20に接続されたPVパネル10の出力電流を検出する。
- [0065] DC/DCコンバータ213は、電力変換用のスイッチング素子を有するスイッチ部213Sを備える。スイッチ部213Sは、オンとオフを適時切り替えることにより、電力線PLを介して電源としてのPVパネル10から供給される供給電力を制御するものである。DC/DCコンバータ213は、パネルコントローラ20に接続されたPVパネル10の出力電圧を入力し、スイッチ部213Sを用いて、入力された電圧を変圧する。また、スイッチ部213Sは、MPU215からのPWM（Pulse Width Modulation）信号に応じて、オンオフ制御される。
- [0066] 第2電圧センサ214は、DC/DCコンバータ23の出力電圧（変圧後の電圧）を検出する。MPU215は、第1電圧センサ211により検出された電圧及び電流センサ212により検出された電流に基づいて、第2電圧センサ214により検出される電圧が、通信部220により受信された制御信号により指示される電圧値となるよう、DC/DCコンバータ213のスイッチ部213Sのデューティ比を制御する。
- [0067] 通信部220は、メインIC（Integrated Circuit）221、メモリ228、ローパスフィルタ（LPF）229、バンドパスフィルタ（BPF）230、およびドライバIC231を備える。
- [0068] メインIC221は、CPU（Central Processing Unit）222、PLC・MAC（Power Line Communication Media Access Control layer）ブロック223、PLC・PHY（Power Line Communication・Physical layer）ブロック224、DA変換器（DAC；D/A Converter）225、AD変換器（ADC；A/D Converter）226、および可変増幅器（VGA；Va

riable Gain Amplifier) 227を備える。メインIC 221は、電力線通信を行う制御回路として機能する集積回路である。メインIC 221は、MPPT部 210のMPU 215と接続され、シリアル通信によりデータの送受を行う。

[0069] CPU 222は、8ビットのRISC (Reduced Instruction Set Computer) プロセッサを実装している。PLC・MACブロック 223は、送受信信号のMAC層 (Media Access Control layer) を管理し、PLC・PHYブロック 224は、送受信信号のPHY層 (Physical layer) を管理する。DA変換器 225は、デジタル信号をアナログ信号に変換する。AD変換器 226は、アナログ信号をデジタル信号に変換する。可変増幅器 227は、BPF 240から入力される信号を増幅する。

[0070] メモリ 228は、RAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory) 等の半導体記憶装置である。LPF 229は、DA変換器 225から入力される信号のうち低周波成分を通過させ、それ以外の成分を遮断する。BPF 230は、カプラ 250から入力される信号のうち所定周波数帯成分を通過させ、それ以外の成分を遮断する。ドライバIC 231は、所定機器を動作させるためのICである。

[0071] CPU 222は、メモリ 228に記憶されたデータを利用して、PLC・MACブロック 223、及びPLC・PHYブロック 224の動作を制御するとともに、通信部 220全体の制御も行う。

[0072] なお、図2および図3では、カプラ 250がコンデンサおよびトランスにより構成されることを例示したが、これの代わりに、図4に示すように、1組の電力線PLが挿通されたトロイダルコア 251Bとカップリング用コンデンサ 252a、252bとにより構成されたカプラ 250Bとしてもよい。さらに、トロイダルコア 251Bの代わりにクランプコアを用いてもよい。

[0073] また、図2および図3では、スイッチ部SWがアナログスイッチICによ

り構成されることを例示したが、これの代わりに、図5に示すように、トランジスタスイッチにより構成されるスイッチ部SWbとしてもよい。

[0074] 通信部220による通信は、概略次のように行われる。メモリ228等に記憶された送信すべきデータは、メインIC221に送られる。メインIC221は、データに対してデジタル信号処理を施すことによってデジタル送信信号を生成する。そして、生成されたデジタル送信信号は、DA変換器225によってアナログ信号に変換され、ローパスフィルタ229、ドライバIC231、スイッチ部SW、カプラ250、を介して電力線PLに出力される。

[0075] 電力線PLから受信された信号は、カプラ250、スイッチ部SWを経由してバンドパスフィルタ230に送られ、可変増幅器227でゲイン調整がされた後、AD変換器226でデジタル信号に変換される。そして、変換されたデジタル信号は、デジタル信号処理を施すことによって、デジタルデータに変換される。変換されたデジタルデータは、例えばメモリ228に記憶される。

[0076] 次に、メインIC221によって実現されるデジタル信号処理の一例について説明する。通信部220は、シングルキャリア信号を伝送用の信号として使用するものである。通信部220は、送信対象のデータをシングルキャリア送信信号に変換して出力すると共に、シングルキャリア受信信号を処理して受信データに変換する。これらの変換のためのデジタル信号処理は、主としてPLC・PHYブロック224で行われる。

[0077] 図2に戻り、パワーコンディショナ40は、パワーコンディショナ部410、通信部420、コイル部430、カプラ440を有して構成される。パワーコンディショナ部410は、パネルコントローラ20から出力された各PVパネル10による発電電力に相当する直流電力を、交流電力に変換する。通信部420、コイル部430、カプラ440、の構成および機能は、パネルコントローラ20の通信部220、コイル部240、カプラ250、の構成および機能と同様であるので、説明を省略する。

[0078] なお、図2では、PVパネル10として、図1における最上段に示されたPVパネル10A1～10A4のPVストリングの構成を例示しているが、他のPVストリング（PVパネルB1～B4、PVパネルC1～C4、PVパネルD1～D4、をそれぞれ含むPVストリング）の構成も同様である。

[0079] 次に、太陽光発電システム1におけるデータ通信について説明する。

ここでは、1つのデータ通信例として、パネルコントローラ20とパワーコンディショナ40との間の最大電力点追従制御（MPPT制御）のためのデータ通信について説明する。このデータ通信は、後述する通信タイミングにおいて実施される。

[0080] また、太陽光発電システム1では、パワーコンディショナ40が親機として動作し、パネルコントローラ20が子機として動作する。つまり、太陽光発電システム1におけるデータ通信をパワーコンディショナ40が管理している。

[0081] まず、パワーコンディショナ40の通信部420は、電力線PLを介して、パネルコントローラ20の第1電圧センサ21により検出された電圧の情報（電圧情報）と電流センサ22により検出された電流の情報（電流情報）を含む制御信号をパネルコントローラ20から受信する。

[0082] 続いて、パワーコンディショナ40は、パネルコントローラ20の電圧情報及び電流情報に基づいて、PVパネル10において最適なPVパネル10の電圧値、PVパネル10の電流値を算出する。ここで、最適な電圧値、電流値とは、複数のPVパネル10全体での電力が最大となるような各PVパネル10の電圧値、電流値である。この最適な電圧値及び電流値は、PVパネル10の向き、PVパネル10の設置場所、天候等に依存するため、PVパネル10毎に異なることがある。

[0083] 続いて、パワーコンディショナ40の通信部420は、算出されたPVパネル10の電圧値及び電流値を最適電圧情報及び最適電流情報に含めて制御信号を生成し、電力線PLを介して、PVパネル10に対応するパネルコントローラ20へこの制御信号を送信する。また、最適電圧情報及び最適電流

情報から算出される最適電力情報を、制御信号に含めてパネルコントローラ 20 へ送信するようにしてもよい。

[0084] 続いて、パネルコントローラ 20 の通信部 220 は、電力線 PL を介して、パワーコンディショナ 40 から最適電圧情報及び最適電流情報を受信する。そして、パネルコントローラ 20 は、受信された最適電圧情報に含まれる電圧値及び最適電流情報に含まれる電流値となるように、DC/DCコンバータ 213 のスイッチ部 213S のオンオフ制御を行う。

[0085] 次に、太陽光発電システム 1 におけるデータ通信で用いられる通信フレームの構成例について説明する。

[0086] 図 6 は、太陽光発電システム 1 におけるデータ通信で用いられる通信フレームの構成例を示す図である。本実施形態では、パネルコントローラ 20 とパワーコンディショナ 40 との間での制御信号等の通信には、PLC フレームが用いられる。また、通信方式としては、TDMA/TDD (Time Dimension Multiple Access/Time Division Duplex) 通信を想定している。

[0087] 図 6 に示す例では、下り (パワーコンディショナ 40 → パネルコントローラ 20) / 上り (パネルコントローラ 20 → パワーコンディショナ 40) で各 12 スロットの通信が行われる。つまり、PLC フレーム 1 フレームは、24 個のスロットで構成される。また、PLC フレーム 1 フレームあたり 10 msec が割り当てられているので、伝送速度は 1.152 Mbps となる。

[0088] 図 6 に示す例では、スロット (SL) 0 ~ スロット (SL) 11 は下り通信に用いられ、SL 12 ~ SL 23 は上り通信に用いられる。ここでは、SL 0 において、パワーコンディショナ 40 からビーコン信号 BS が伝送される。ビーコン信号 BS は、各パネルコントローラ 20 による通信を制御する (具体的には、パネルコントローラ 20 の通信部 220 をパワーコンディショナ 40 の通信部 420 の通信に同期させる) ための信号であり、全てのパネルコントローラ 20 へ定期的に (例えば SL 0 において) 同時に送信され

る。そして、ビーコン信号BSは、ある決まったパターンの信号である。なお、ビーコン信号は同期信号の1つであり、さらに制御信号の1つである。

[0089] また、例えばSL1において、パワーコンディショナ40からいずれかのパネルコントローラ20へデータ信号DS1が伝送される。そして、例えばSL13において、データ信号DS1を受信したパネルコントローラ20からパワーコンディショナ40へデータ信号DS2が伝送される。データ信号DS2は、データ信号DS1に対するACKとしての機能も有する。データ信号DS1、DS2は、制御信号の1つである。

[0090] 実際には、パワーコンディショナ40の通信部420のCPUが、どのスロットを用いてパワーコンディショナ40からパネルコントローラ20の各々へデータ信号を送信するかを決定する。また、各パネルコントローラ20のCPU222が、どのスロットを用いてパネルコントローラ20の各々からパワーコンディショナ40へデータ信号を送信するかを決定する。

[0091] ビーコン信号BSには、例えば、ビーコン信号BSおよび各パネルコントローラ20宛てのデータ信号DS1をパワーコンディショナ40が送信する送信タイミングを示す情報（例えば、送信間隔の情報、送信時刻の情報）が含まれる。これにより、各パネルコントローラ20は、このビーコン信号BSを受信することで、ビーコン信号BSおよび自装置宛てのデータ信号DS1の送信タイミングを知ることができる。

[0092] また、後述する図7および図8のように、フレーム毎に別のパネルコントローラ20が通信を行う場合には、どのフレームでどのパネルコントローラ20が通信を行うかを示す情報もビーコン信号に含まれる。さらに、これらの情報はビーコン信号BSの代わりにデータ信号DS1に含まれていてもよい。

[0093] なお、送信されるビーコン信号BSにビーコン信号BSおよびデータ信号DS1の送信タイミングを示す情報を含めるのではなく、パネルコントローラ20が、あらかじめ通信部220のメモリ228等に送信タイミングを示す情報を保持しておいてもよい。

- [0094] データ信号DS1には、どのパネルコントローラ20に対する信号であるかを示す宛先情報、各パネルコントローラ20に電圧情報及び電流情報を要求するための情報、パネルコントローラ20からの電圧情報および電流情報に基づく最適電圧情報および最適電流情報などが含まれる。宛先情報としては、例えばユニークIDが用いられる。このユニークIDは、IPアドレスのように世界的に管理されているものである。なお、パワーコンディショナ40は初期時にはパネルコントローラ20からの電圧情報および電流情報を保持していないため、データ信号DS1に最適電圧情報および最適電流情報は含まれない。
- [0095] データ信号DS2には、データ信号DS1に含まれる要求信号に対するパネルコントローラ20の電圧情報及び電流情報が含まれる。
- [0096] 次に、太陽光発電システム1における初期時のデータ通信タイミングとスイッチ部SWオンオフ状態とについて説明する。
- [0097] 図7は太陽光発電システム1における初期時のデータ通信タイミングとスイッチ部SWのオンオフ状態の一例を示す図である。図7の例では、パネルコントローラ20A1～20A4が、フレーム（第1フレーム～第4フレーム）毎に順番にパワーコンディショナ40との間でデータ信号を通信することを想定している。また、パネルコントローラ20A1～A4のいずれについても、スロットSLOでビーコン信号が伝送されることを想定している。
- [0098] 各パネルコントローラ20のスイッチ部SWは、各パネルコントローラ20とパワーコンディショナ40とが最初の一連の通信を行うまでは、つまり初期時は、通信部220が通信を行うことができるようにスイッチ部SWはオフとされる。最初の一連の通信が完了すると、スイッチ部SWはオンとされる。
- [0099] 最初の一連の通信を行うまでとは、例えば、各パネルコントローラ20とパワーコンディショナ40とが最初の通信フレームの通信を完了するまでである。また、パネルコントローラ20によるビーコン信号BSの受信およびデータ信号DS1の受信が完了するまでであってもよい。また、パネルコン

トローラ20がデータ信号DS1の受信の後にデータ信号DS2の送信が完了するまでであってもよい。

[0100] 図8は太陽光発電システム1における通常時のデータ通信タイミングとスイッチ部SWのオンオフ状態の一例を示す図である。通常時のデータ通信とは、上記の最初の一連の通信が行われた後のデータ通信を指す。図8の例では、図7の例と同様に、パネルコントローラ20A1~20A4が、フレーム毎に順番にパワーコンディショナ40との間でデータ信号を通信することを想定している。また、パネルコントローラ20A1~A4のいずれについても、スロットSL0でビーコン信号が伝送されることを想定している。

[0101] 通常時の通信では、各パネルコントローラ20は、同期信号としてのビーコン信号BSを受信すると、自装置宛ての信号であるか否かを宛先情報から判定する。各パネルコントローラ20は、ビーコン信号BSを受信した後、パワーコンディショナ40が決定したスロットにおいて、パワーコンディショナ40からのデータ信号DS1を受信する。そして、各パネルコントローラ20は、受信したビーコン信号BSと同一のフレーム内のスロットをモニタリングして、上り通信用のスロット（スロットSL12~SL23）のうち、使用されていないスロットを識別し、そのスロットにおいてパワーコンディショナ40へデータ信号DS2を送信する。

[0102] スイッチ部SWのオンオフ状態（開閉状態）に関しては、各パネルコントローラ20のCPU222は、ビーコン信号BSを受信するタイミングとなるまでは、スイッチ部SWをオンに維持し、ビーコン信号BSを受信する直前のスロットあたりでスイッチ部SWをオフに変更する。そして、ビーコン信号BSを受信した直後のスロットあたりでスイッチ部SWをオンに変更する。

[0103] その後、各パネルコントローラ20のCPU222は、パワーコンディショナ40が決定したデータ信号DS1を受信するタイミングとなるまでは、スイッチ部SWをオンに維持し、データ信号DS1を受信する直前のスロットあたりでスイッチ部SWをオフに変更する。そして、データ信号DS1を

受信した直後のスロットあたりでスイッチ部SWをオンに変更する。

[0104] その後、各パネルコントローラ20のCPU222は、受信したビーコン信号BSと同一のフレーム内のスロットをモニタリングして、上り通信用のスロット（スロットSL12～SL23）のうち、使用されていないスロットを識別し、データ信号DS2を送信するスロットを決定する。決定したデータ信号DS2を送信するタイミングとなるまでは、スイッチ部SWをオンに維持し、データ信号DS2を送信する直前のスロットあたりでスイッチ部SWをオフに変更する。そして、データ信号DS2を送信した直後のスロットあたりでスイッチ部SWをオンに変更する。

[0105] このようなスイッチ部SWのオンオフ制御が、図8に示すように、パネルコントローラ20毎に（つまりフレーム毎に）順番に行われる。

[0106] なお、信号（ビーコン信号BS、データ信号DS1、データ信号DS2）毎に毎回スイッチ部SWのオンオフ状態を変更することを示したが、少なくともビーコン信号BSの受信直前にスイッチ部SWをオフとし、データ信号DSの受信直後にスイッチ部SWをオンとすればよい。つまり、ビーコン信号BSの受信直後、データ信号DS1の受信直前、データ信号DS1の受信直後、データ信号DS2の送信直前においては、オンオフ状態の変更を省略してもよい。

[0107] このように、スイッチ制御部としてのパネルコントローラ20のCPU222は、通信部220による通信時にスイッチ部SWをオフにし、非通信時にスイッチ部SWをオンにするよう制御する。これにより、通信を行っていないときにスイッチ部SWをオンとすることで、他のパネルコントローラ20が通信を行っているときに当該パネルコントローラ20自体が負荷となり、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。

[0108] また、パネルコントローラ20のCPU222は、通信部220による制御信号の受信が完了したときに、スイッチ部SWをオンにする制御してもよい。これにより、制御信号の受信を確実に行いつつ、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。

- [0109] また、パネルコントローラ 20 の CPU 222 は、通信部 220 による制御信号に対する応答信号の送信が完了したときに、スイッチ部 SW をオンにするよう制御してもよい。これにより、応答信号（ACK 等）の送信を確実にしつつ、制御信号の電力が減衰することを最小限に留めることができる。
- [0110] なお、図 7 および図 8 では、1 つのフレーム毎に 1 つのパネルコントローラ 20 のみが順に通信を行うことを想定したが、これに限られず、1 つのフレームにおける各スロット SL を別々のパネルコントローラ 20 が順番に用いるようにしてもよい。
- [0111] また、連続するスロット（例えばスロット SL 1 ~ SL 3）で同一の信号を通信するようにしてもよい。このダイバーシティ通信により、ロバスト性が向上する。
- [0112] 次に、太陽光発電システム 1 における送信順序について説明する。
図 9 および図 10 は、太陽光発電システム 1 におけるデータ信号 DS 1、DS 2 の送信順序の一例を示す図である。
- [0113] パワーコンディショナ 40 と各パネルコントローラ 20 との間では、図 7 および図 8 に示したように、順番に PLC フレーム等の信号が送受信される。PLC フレームの送信順序の情報は、例えば通信部 420 内のメモリの送信順序管理テーブル（不図示）に保持されている。送信順序管理テーブルには、所定の送信順序が保持されており、例えばパネルコントローラ 20 A 1 → 20 A 2 → 20 A 3 → 20 A 4 の順序で PLC フレームを送信する旨の情報があらかじめ保持されている。
- [0114] パワーコンディショナ 40 の通信部 420 の CPU は、通信部 420 により PLC フレームを送信してから当該 PLC フレームに対する ACK フレームを受信しなかった場合、送信順序管理テーブルに保持された送信順序を変更する。例えば、2 番目の PLC フレームに対する 2 番目の ACK フレームの返信が確認されなかった場合、送信順序管理テーブルにおける 2 番目の PLC フレームの送信優先度を低くする。例えば送信優先度を 1 つだけ低くし

てもよいし、送信優先度を最も低くしてもよい。

[0115] 図9では、第1に、データ信号DS1としてのフレームAがパワーコンディショナ40からパネルコントローラ20A1に送信され、データ信号DS2としてのフレームAに対するACKがパネルコントローラ20A1からパワーコンディショナ40に返信されている。

[0116] パワーコンディショナ40のCPUは、ACKの返信を確認すると、送信順序管理テーブルの情報を更新する。ここでは、フレームAに対するACKの返信の前に受信を確認できなかったACKが存在しないので、特に送信順序の変更は行わない。なお、ここでの送信順序管理テーブルの情報の更新は省略してもよい。

[0117] 第2に、データ信号DS1としてのフレームBがパワーコンディショナ40からパネルコントローラ20A2に送信されているが、データ信号DS2としてのフレームBに対するACKがパネルコントローラ20A2からパワーコンディショナ40に返信されていない。

[0118] この場合であっても、第3に、データ信号DS1としてのフレームCがパワーコンディショナ40からパネルコントローラ20A3に送信され、データ信号DS2としてのフレームCに対するACKがパネルコントローラ20A3からパワーコンディショナ40に返信されている。

[0119] パワーコンディショナ40のCPUは、ACKの返信を確認すると、送信順序管理テーブルの情報を更新する。ここでは、フレームCの前のフレームBに対するACKの返信が確認できていないので、フレームBの送信優先度を低くする。例えば、フレームBつまりパネルコントローラ20A2への送信優先度を最も低くする。

[0120] 第4に、データ信号DS1としてのフレームDがパワーコンディショナ40からパネルコントローラ20A4に送信され、データ信号DS2としてのフレームDに対するACKがパネルコントローラ20A4からパワーコンディショナ40に返信されている。

[0121] パワーコンディショナ40のCPUは、ACKの返信を確認すると、送信

順序管理テーブルの情報を更新する。フレームBの送信優先度の変更は既に送信順序管理テーブルに反映されており、フレームDに対するACKの返信の前に受信を確認できなかったACKは他に存在しないので、ここでは特に送信順序の変更は行わない。なお、ここでの送信順序管理テーブルの情報の更新は省略してもよい。

[0122] なお、図9では示していないが、パワーコンディショナ40のCPUは、ACKの返信が確認できなかった場合には、ACKを送信すべきパネルコントローラ20に対して、制御信号を再送するようにしてもよい。再送を行うことで、制御信号を受信できることがある。

[0123] 図10は、図9に示した通信が実施された後の送信順序の一例を示している。図10の例では、図9においてパワーコンディショナ40がフレームBに対するACKの返信を確認できなかったため、フレームBの送信優先度を最も低くした場合を想定している。つまり、送信順序管理テーブルがパネルコントローラ20A1→20A3→20A4→20A2の送信順序の情報を保持していることを想定している。

[0124] 図10に示すように、パワーコンディショナ40の通信部420は、送信順序管理テーブルに保持された情報に従って、フレームA、フレームC、フレームDの順にPLCフレームを送信している。いずれのフレームA～Cに対しても、パネルコントローラ20A1、20A3、20A4からACKが返信されている。

[0125] そして、パワーコンディショナ40の通信部420は、最後にフレームBをパネルコントローラ20A2に送信し、フレームDに対するACKをパネルコントローラ20A2から受信している。送信優先度を通信状況に合わせて変更した結果、図10ではフレームBに関する送受信に成功している。

[0126] このように、第1の通信部としての通信部420は、複数の第2の電力線通信装置としてのパネルコントローラ20に対して第1の順番で制御信号としてのPLCフレームを送信し、複数のパネルコントローラ20から制御信号に対する応答信号としてのACKを第2の順番で受信し、通信制御部とし

ての通信部420のCPUは、第1の順番と第2の順番とが異なる場合、複数のパネルコントローラ20に対して制御信号を送信する順番を変更してもよい。なお、通信部420のCPUは、応答信号(ACK等)が受信されなかった場合には、他のパネルコントローラ20からのACKよりも後に受信されたものとして第2の順番を認識してもよい。これにより、送信順序を変更する前のタイミングでは通信環境が好ましくない状態であっても、送信順序を変更することで通信環境が改善され、通信に成功する確率を向上させることができる。

[0127] また、通信部420のCPUは、通信部420により応答信号が受信されなかった場合、このACKを送信すべきパネルコントローラ20に対して制御信号を再送するよう通信部420を制御してもよい。これにより、通信に成功する確率を向上させることができる。

[0128] このような本実施形態の太陽光発電システム1によれば、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。また、パネルコントローラ20によれば、通信部220に対して並列にスイッチ部SWを備えることで、当該パネルコントローラ20が通信を行わない場合には、配電線としての電力線PLから当該パネルコントローラ20を分離することが可能である。これにより、当該パネルコントローラ20が、電力線PLに接続されている他のパネルコントローラ20に対して送信される制御信号に対する負荷となることを防ぐことができ、他のパネルコントローラ20はパワーコンディショナ40から送信された当該制御信号を受信し易くなる。また、制御信号の再送も抑制できるので、通信効率が向上する。

[0129] (第2の実施形態)

図11は本発明の第2の実施形態における太陽光発電システム1Bの構成例を示す図である。太陽光発電システム1Bは、図2に示した第1の実施形態の太陽光発電システム1と比較すると、接続箱30に代わり、接続箱30Bを備えている。接続箱30Bは、通信部310、スイッチ部320、カプラ330、340、コイル部350を備えている。なお、図11では分電盤

50の図示が省略されている。

[0130] 図11では、説明を簡素化するために、PVパネル10A1～10A4を含むPVストリングに対応する接続箱30Bのみが示されているが、通常はPVストリング毎に対応する接続箱が配線上に接続される。

[0131] 接続箱30が備える通信部310、カプラ330、340、コイル部350の構成および機能は、パネルコントローラ20の通信部220、カプラ250、コイル部240の構成および機能と同様であるので、説明を省略する。

[0132] 接続箱30Bは、接続箱30としての機能に加え、不要なDC成分をカットしたり、ノイズをカットしたり、制御信号等が伝送される信号帯域の信号をカットしたりする機能を有する。接続箱30Bは、パワーコンディショナ40と一体化されてもよい。

[0133] スイッチ部320がオフである場合には、カプラ330、340を介した信号の伝送は行われず、コイル部350のみを介してパワーコンディショナ40および各パネルコントローラ20間の通信のみ行われる。ただし、コイル部350により、信号帯域である高周波数成分の信号は遮断され、直流成分の信号のみ通過させる。よって、PVパネル10により発電された電力のみ送電する一方、接続箱30Bよりも当該接続箱30B配下のPVストリング側にはパワーコンディショナ40からの制御信号等は伝送されない。

[0134] このように、パワーコンディショナ40が他のPVストリング内のパネルコントローラ20と通信を行っているとき、つまり配下のPVストリング内のパネルコントローラ20と通信を行っていないときに、接続箱30Bの通信部310のCPUは、スイッチ部320をオフにすることで、配下のPVストリングの配線による信号反射を防止することができる。通信部310のCPUは、例えば、接続箱30の配下のPVストリング内のパネルコントローラ20からのACKを全て受信したときに、スイッチ部320をオフにするよう制御する。

[0135] 通信部310のメモリは、各PVパネル10の通信部220のユニークID

Dを記憶することによって接続箱30Bの配下のPVストリングにあるPVパネル10を把握している。通信部310は、配下のPVストリングにある各PVパネル10からのACKを検出してユニークIDを解析することによって、各PVパネル10について通信が完了しているか否かを把握することができる。

[0136] スイッチ部320がオンである場合には、通信部310が接続箱30Bの配下のPVストリングと接続されるので、カップラ330、340を介して、接続箱30B配下のPVストリングに含まれるパネルコントローラ20と接続箱30Bとパワーコンディショナ40との間で通信を行うことができる。

[0137] このように、パワーコンディショナ40が配下のPVストリング内のパネルコントローラ20と通信を行う場合には、接続箱30Bの通信部310のCPUは、スイッチ部320をオンとすることで、ノイズカット等を施して効率の良い通信を行うことができる。

[0138] このように、本実施形態の太陽光発電システム1は、複数の太陽光発電装置としてのPVパネル10が直列に接続されて構成されるPVストリング単位で電力線PLを束ねる接続箱30Bを備える。接続箱30Bは、第1の電力線通信装置としてのパワーコンディショナ40と当該接続箱30Bの配下のPVストリングとに対して直列に接続され、制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第3のフィルタとしてコイル部350と、コイル部350に対して並列に接続された第2のスイッチ部としてのスイッチ部320と、を備える。これにより、他のPVストリングに含まれるパネルコントローラ20が通信を行うときに、PVストリングの配線による信号反射を防止することができる。

[0139] また、接続箱30Bは、スイッチ部320に対して直列に接続され、制御信号を通信する第3の通信部としての通信部310と、スイッチ部320に対して直列に接続され、制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第4のフィルタ部としてのカップラ330、340と、を備えてもよい。この場合、コイル部350と、通信部31

0、スイッチ部320、およびカプラ330、340とは、並列に接続される。これにより、ノイズカット等を施して所望の通信を行うことができる。

[0140] (第3の実施形態)

図12は本発明の第2の実施形態における太陽光発電システム1Cの構成例を示す図である。太陽光発電システム1Cは、図2に示した第1の実施形態の太陽光発電システム1と比較すると、パネルコントローラ20に代わり、MPP T部210を備えないパネルコントローラ20C(20CA1~20CA4)を備えている。なお、図12では接続箱30および分電盤50の図示が省略されている。

[0141] したがって、太陽光発電システム1Cでは、パネルコントローラ20CによるMPP T制御を行わない。MPP T制御を行わない場合であっても、パネルコントローラ20とパワーコンディショナ40との間で通信される制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能である。

[0142] 太陽光発電システム1Cでは、各PVパネル10が発電する電力に関する情報(各PVパネル10の電圧値や電流値)をパワーコンディショナ40へ送信する。これにより、パワーコンディショナ40は、個々のPVパネル10の発電量を把握でき、また、個々のPVパネルに対する死活監視(PVパネル10が正常に動作しているか否かを監視すること)を行うことが可能となる。なお、電力に関する情報(電力情報)は、各PVパネルの電圧値および電流値の少なくとも一方を含んでいれば良い。この電力情報は制御信号に含まれる。

[0143] また、太陽光発電システム1Cは、第2の実施形態で説明した接続箱30Bを備えるようにしてもよい。この場合には、パネルコントローラ20CのMPP T制御を省略して、配下のPVストリングの配線による信号反射を防止することができる。

[0144] (第4の実施形態)

図9および図10を利用して説明した太陽光発電システム1の送信順序は、パワーコンディショナ40(親機)およびパネルコントローラ20(子機)

) 間の通信が電力線PL以外の伝送路を介する場合も有用である。電力線PL以外の伝送路としては、無線、または、専用の信号線などの有線などが考えられる。

[0145] 図2に開示するように、太陽光発電システム1が複数のパネルコントローラ20A1~20A4を備える場合、パワーコンディショナ40およびパネルコントローラ20A1~20A4間の伝送路が有線(専用の信号線、電力線を含む)または無線であったとしても、各伝送路の状態はそれぞれ異なる。

[0146] 例えば、パワーコンディショナ40がパネルコントローラ20A2への制御信号に対するACKフレームを受信しなかった場合、パネルコントローラ20A2およびパワーコンディショナ40間の伝送路の状態は良くないと推測される。そして、パワーコンディショナ40のCPUは、送信順序管理テーブルにおいてパネルコントローラ20A2への送信優先度を低くする。

[0147] これにより、伝送路の状態がよく、制御信号を受信しやすいパネルコントローラ20への制御を優先して行うことができる。すなわち、制御信号の受信が困難であるにも関わらず、優先して制御信号が送信されるパネルコントローラ20を減少させることができる。これにより、少なくとも制御信号を受信しやすい状態であるパネルコントローラ20への制御を素早く行うことができる。

[0148] また、上述した第1~第4の実施形態は適宜組合せ可能である。

[0149] なお、本発明は、上記実施形態の構成に限られるものではなく、特許請求の範囲で示した機能、または本実施形態の構成が持つ機能が達成できる構成であればどのようなものであっても適用可能である。

[0150] また、本発明は、上記実施形態の機能を実現する電力線通信プログラムを、ネットワークあるいは各種記憶媒体を介して電力線通信装置に供給し、この電力線通信装置内のコンピュータ(CPU)が読み出して実行するプログラムも適用範囲である。

[0151] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神

と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2011年7月28日出願の日本特許出願No.2011-165864に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0152] 本発明は、制御信号の電力の減衰を最小限に留めることが可能な電力線通信装置、太陽光発電システム、電力線通信方法、及び電力線通信プログラム等に有用である。

符号の説明

[0153] 1、1B、1C 太陽光発電システム

10、10A1～10A4、10B1～10B4、10C1～10C4、10D1～10D4、PVパネル

20、20A1～20A4、20C、20CA1～20CA4 パネルコントローラ（子機）

210 MPP T部

211 第1電圧センサ

212 電流センサ

213 DC/DCコンバータ

213S スイッチ部

214 第2電圧センサ

215 MPU

220 通信部

221 メインIC

222 CPU

223 PLC・MACブロック

224 PLC・PHYブロック

225 DAC

226 ADC

227 VGA
228 メモリ
229 LDF
230 BPF
231 ドライバIC
240 コイル部
241、242 コイル
250、250B カプラ
251 コイルトランス
251B トロイダルコア
252a、252b カップリング用コンデンサ
30、30B 接続箱
310 通信部
320 スイッチ部
330、340 カプラ
350 コイル部
40 パワーコンディショナ（親機）
410 パワーコンディショナ部
420 通信部
430 コイル部
440 カプラ
SW、SWb スイッチ部
PL 電力線

請求の範囲

- [請求項1] 電力線に対して直列に接続された太陽光発電装置に対して並列に接続され、前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を通信する通信部と、
前記通信部に対して並列に接続されたスイッチ部と、
を備える電力線通信装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力線通信装置であって、更に、
前記通信部による通信時に前記スイッチ部をオフにし、前記通信部による非通信時に前記スイッチ部をオンにするよう制御するスイッチ制御部を備える電力線通信装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電力線通信装置であって、
前記スイッチ制御部は、前記通信部による前記制御信号の受信が完了したときに、前記スイッチ部をオンにするよう制御する電力線通信装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の電力線通信装置であって、
前記スイッチ制御部は、前記通信部による前記制御信号に対する応答信号の送信が完了したときに、前記スイッチ部をオンにするよう制御する電力線通信装置。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の電力線通信装置であって、更に、
前記太陽光発電装置に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第1のフィルタ部を備える電力線通信装置。
- [請求項6] 請求項1ないし5のいずれか1項に記載の電力線通信装置であって、更に、
前記太陽光発電装置に対して直列に接続され、前記太陽光発電装置による発電電力が最大となるよう前記太陽光発電装置の端子間電圧を制御する電圧制御部を備える電力線通信装置。

- [請求項7] 請求項1ないし6のいずれか1項に記載の電力線通信装置であって、更に、
前記通信部に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第2のフィルタ部を備える電力線通信装置。
- [請求項8] 請求項7に記載の電力線通信装置であって、
前記スイッチ部は、前記通信部と前記第2のフィルタ部との間に接続された電力線通信装置。
- [請求項9] 請求項1ないし8のいずれか1項に記載の電力線通信装置であって、
前記制御信号は、前記太陽光発電装置が発電した電力情報を含む電力線通信装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の電力線通信装置であって、
前記電力情報は、前記太陽光発電装置が発電する電力の電圧値および電力値の少なくとも一方である電力線通信装置。
- [請求項11] 電力線に対して直列接続された複数の太陽光発電装置と、前記複数の太陽光発電装置を制御する第1の電力線通信装置と、前記複数の太陽光発電装置の各々に接続された複数の第2の電力線通信装置と、を備える太陽光発電システムであって、
前記第1の電力線通信装置は、
前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を前記複数の第2の電力線通信装置に送信する第1の通信部を備え、
前記第2の電力線通信装置は、
前記電力線を介して、前記第1の電力線通信装置から前記制御信号を受信する第2の通信部と、
前記第2の通信部に対して並列に接続された第1のスイッチ部と、
を備える太陽光発電システム。

- [請求項12] 請求項 1 1 に記載の太陽光発電システムであって、
前記第 1 の電力線通信装置は、前記第 1 の通信部を制御する通信制御部を備え、
前記第 1 の通信部は、前記複数の第 2 の電力線通信装置に対して第 1 の順番で前記制御信号を送信し、前記複数の第 2 の電力線通信装置から前記制御信号に対する応答信号を第 2 の順番で受信し、
前記通信制御部は、前記第 1 の順番と前記第 2 の順番とが異なる場合、前記複数の第 2 の電力線通信装置に対して前記制御信号を送信する順番を前記第 2 の順番に更新する太陽光発電システム。
- [請求項13] 請求項 1 1 に記載の太陽光発電システムであって、
前記通信制御部は、前記第 1 の通信部により前記応答信号が受信されなかった場合、当該応答信号を送信すべき第 2 の電力線通信装置に対して前記制御信号を再送するよう、前記第 1 の通信部を制御する太陽光発電システム。
- [請求項14] 請求項 1 1 ないし 1 3 のいずれか 1 項に記載の太陽光発電システムであって、更に、
前記複数の太陽光発電装置が直列に接続されて構成される太陽電池ストリング単位で前記電力線を束ねる接続箱を備え、
前記接続箱は、前記第 1 の電力線通信装置と当該接続箱の配下の太陽電池ストリングとに対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を遮断し直流電力が伝送される周波数帯域を通過させる第 3 のフィルタ部と、前記第 3 のフィルタ部に対して並列に接続された第 2 のスイッチ部と、を備える太陽光発電システム。
- [請求項15] 請求項 1 4 に記載の太陽光発電システムであって、
前記接続箱は、前記第 2 のスイッチ部に対して直列に接続され、前記制御信号を通信する第 3 の通信部と、前記第 2 のスイッチ部に対して直列に接続され、前記制御信号が伝送される周波数帯域を通過させ直流電力が伝送される周波数帯域を遮断する第 4 のフィルタ部と、を

備え、

前記第3のフィルタ部と、前記第3の通信部、前記第2のスイッチ部、および前記第4のフィルタ部とは、並列に接続された太陽光発電システム。

[請求項16]

請求項14または15に記載の太陽光発電システムであって、

前記第3の通信部は、前記接続箱の配下の太陽電池ストリング内の太陽光発電装置の第2の通信部から送信される応答信号を全て受信すると、前記第2のスイッチ部をオフにするよう制御する太陽光発電システム。

[請求項17]

電力線を介して通信を行う電力線通信装置における電力線通信方法であって、

前記電力線に対して直列に接続された太陽光発電装置に対して並列に接続された通信部により、前記電力線を介して、前記太陽光発電装置による発電に関する制御信号を通信するステップと、

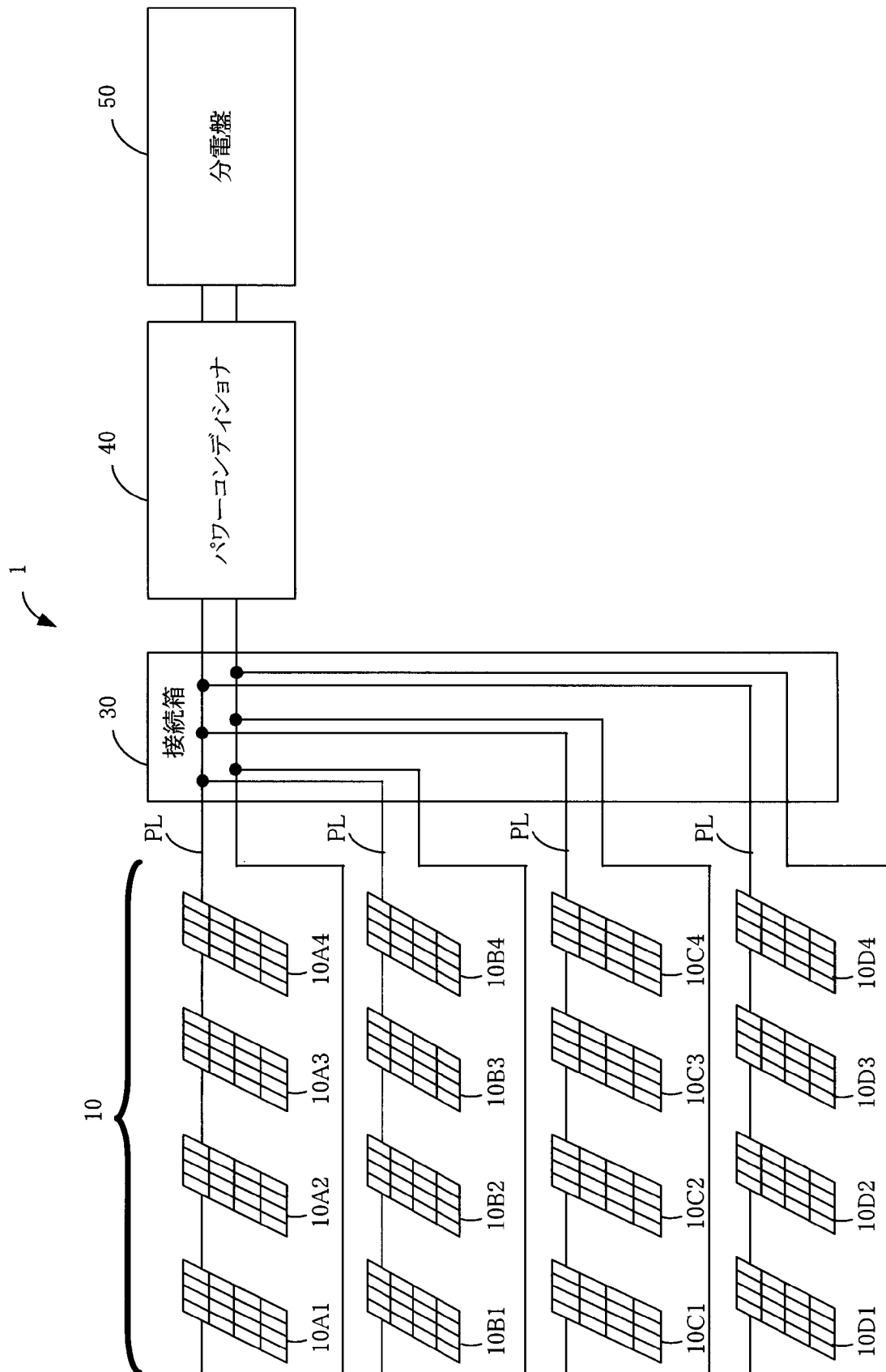
前記通信部に対して並列に接続されたスイッチ部を、通信時にオフにし、非通信時にオンにするよう制御するステップと、

を有する電力線通信方法。

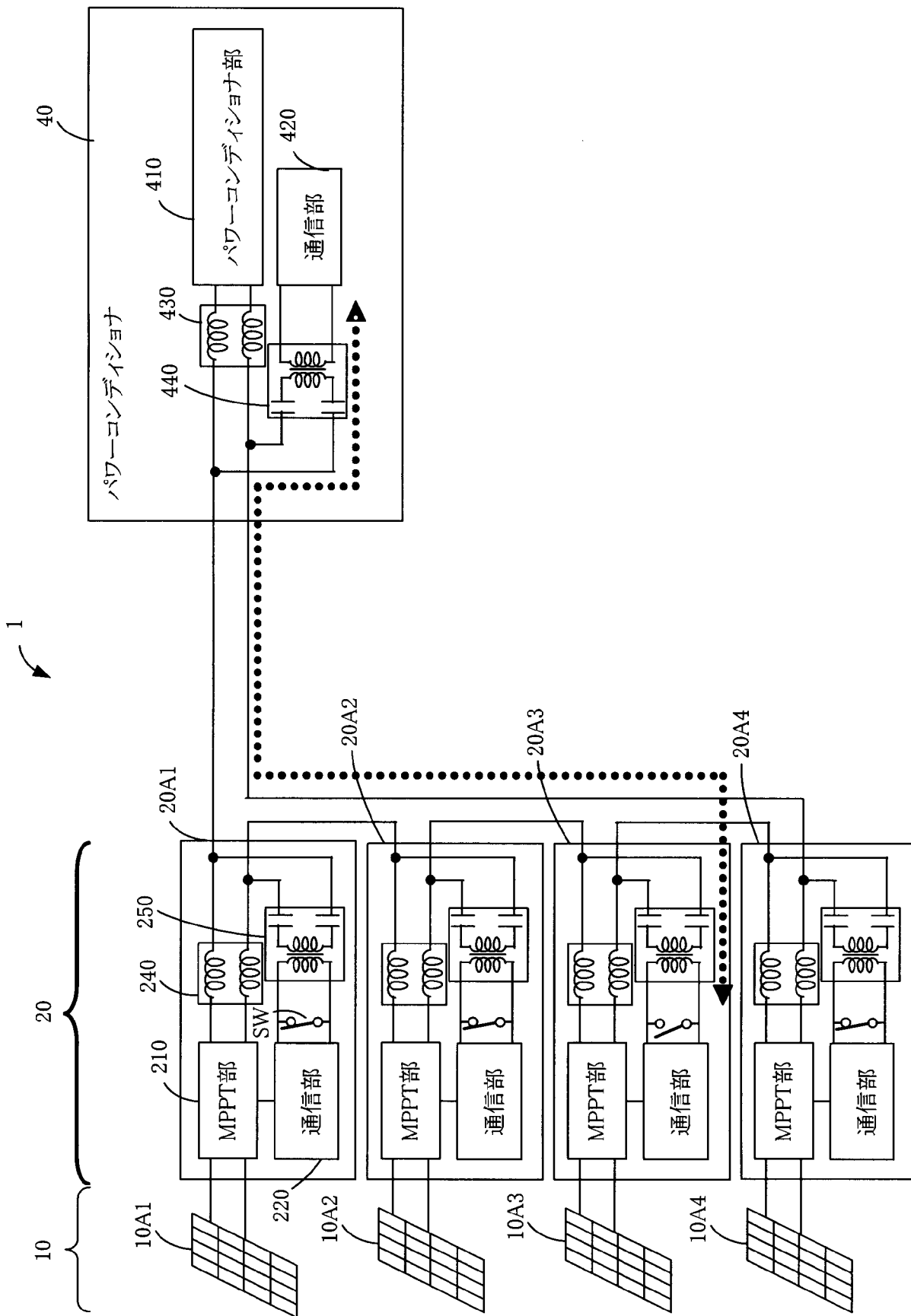
[請求項18]

請求項17に記載の電力線通信方法の各ステップをコンピュータに実行させるための電力線通信プログラム。

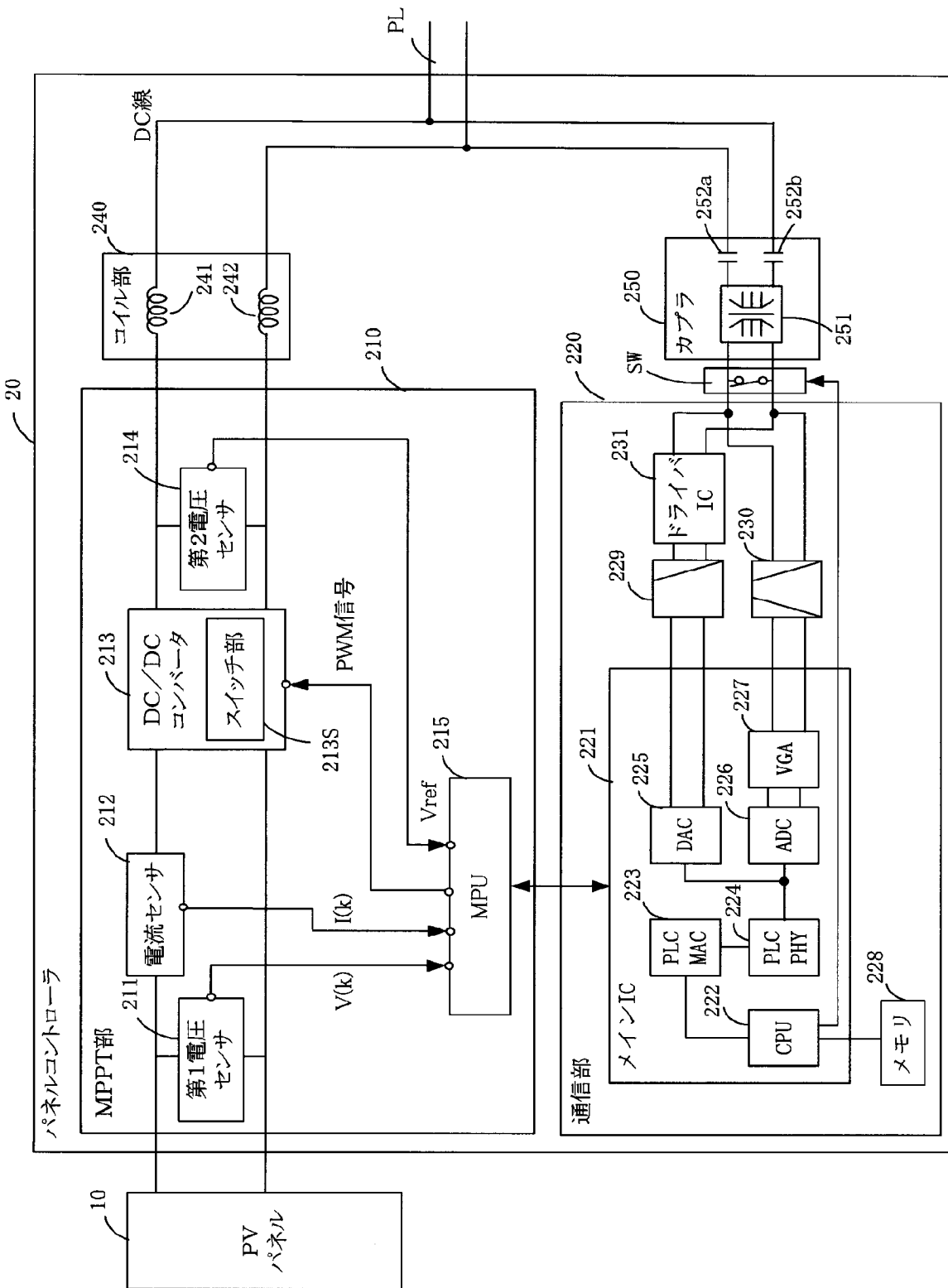
[図1]



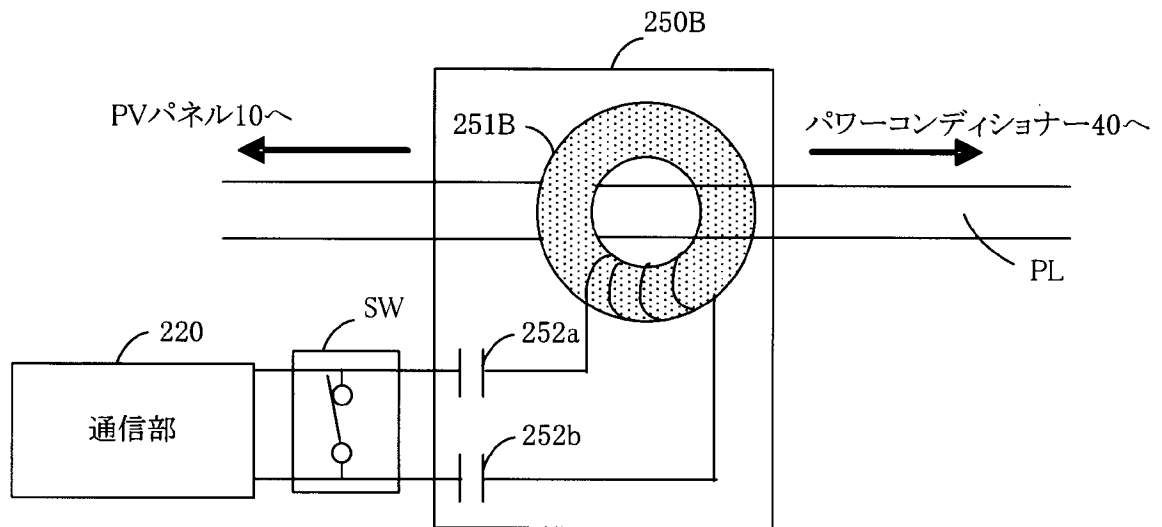
[図2]



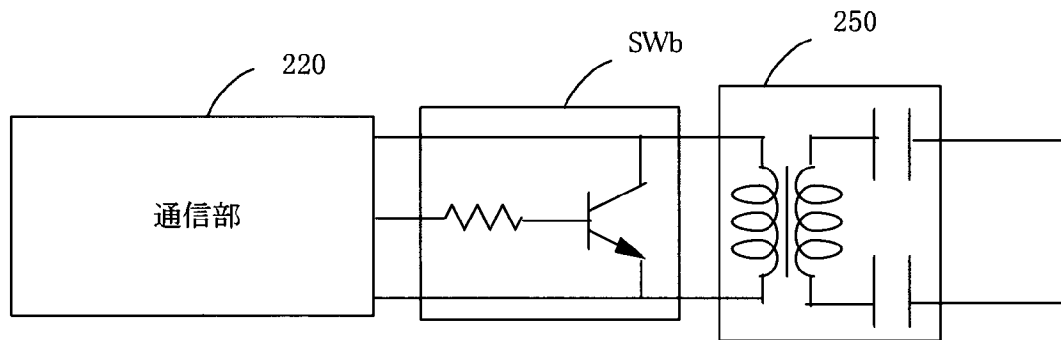
[図3]



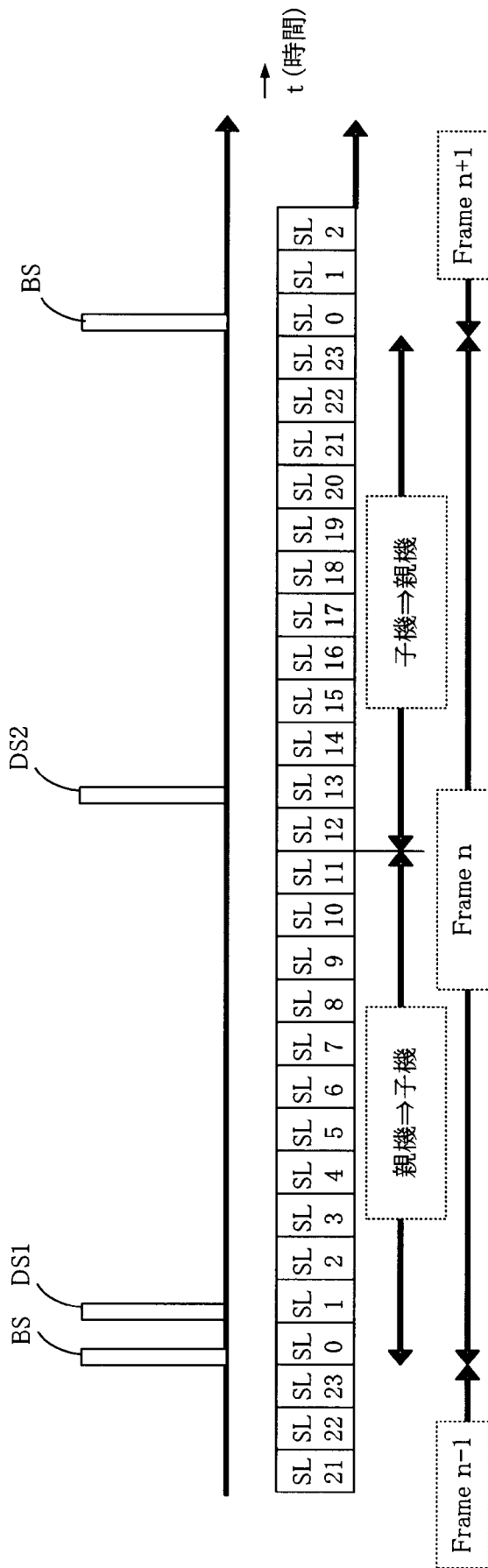
[図4]



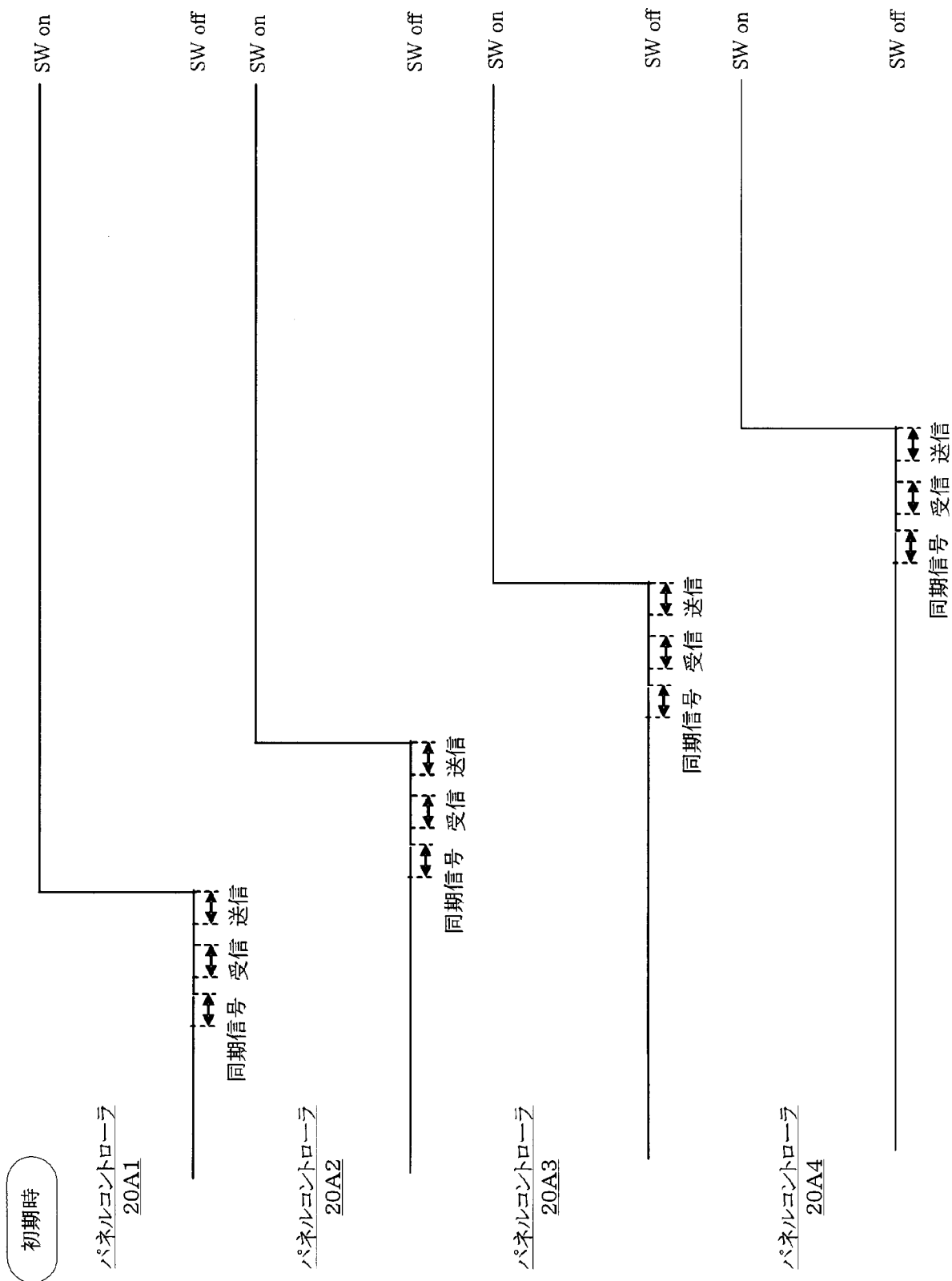
[図5]



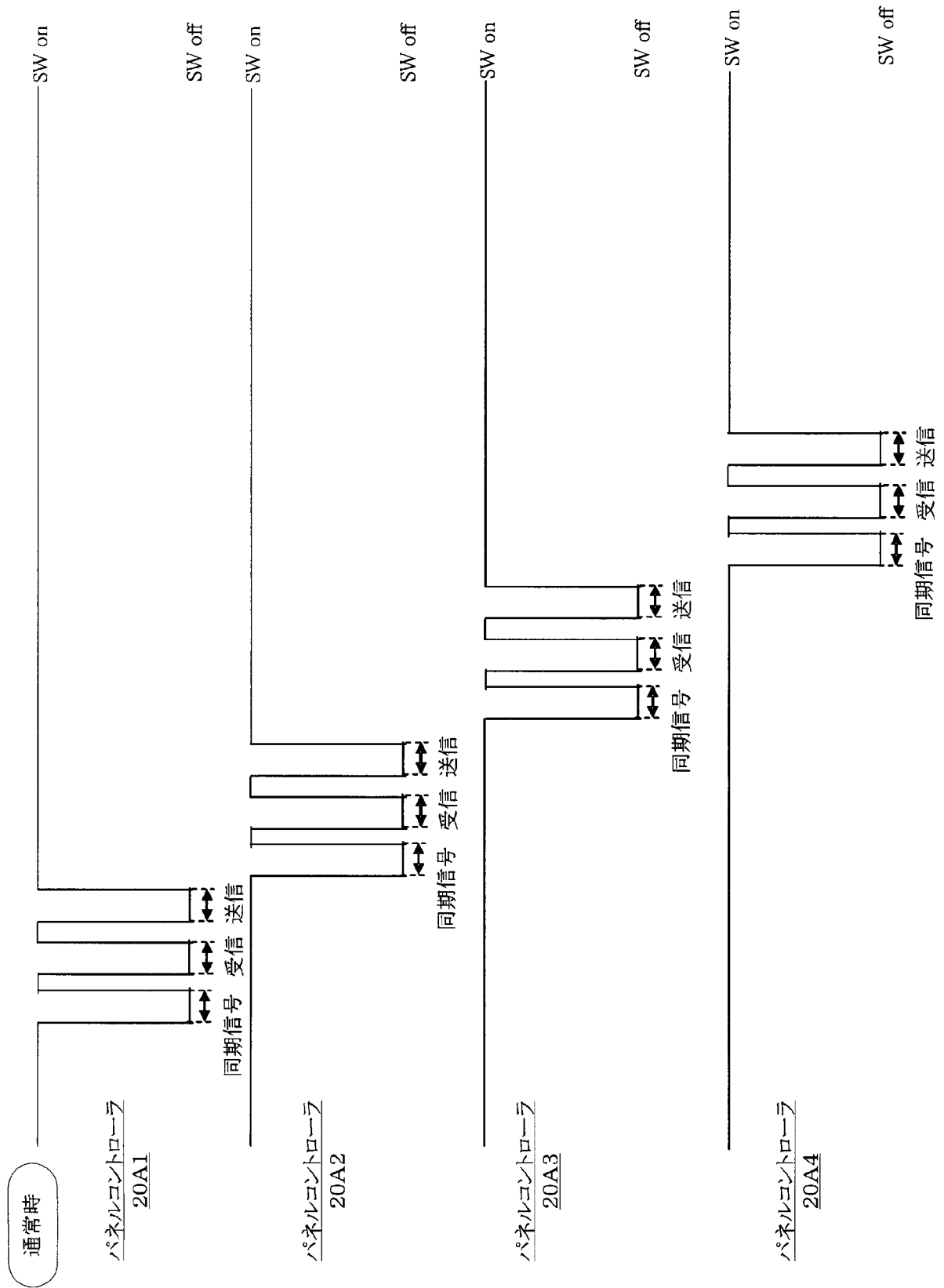
[図6]



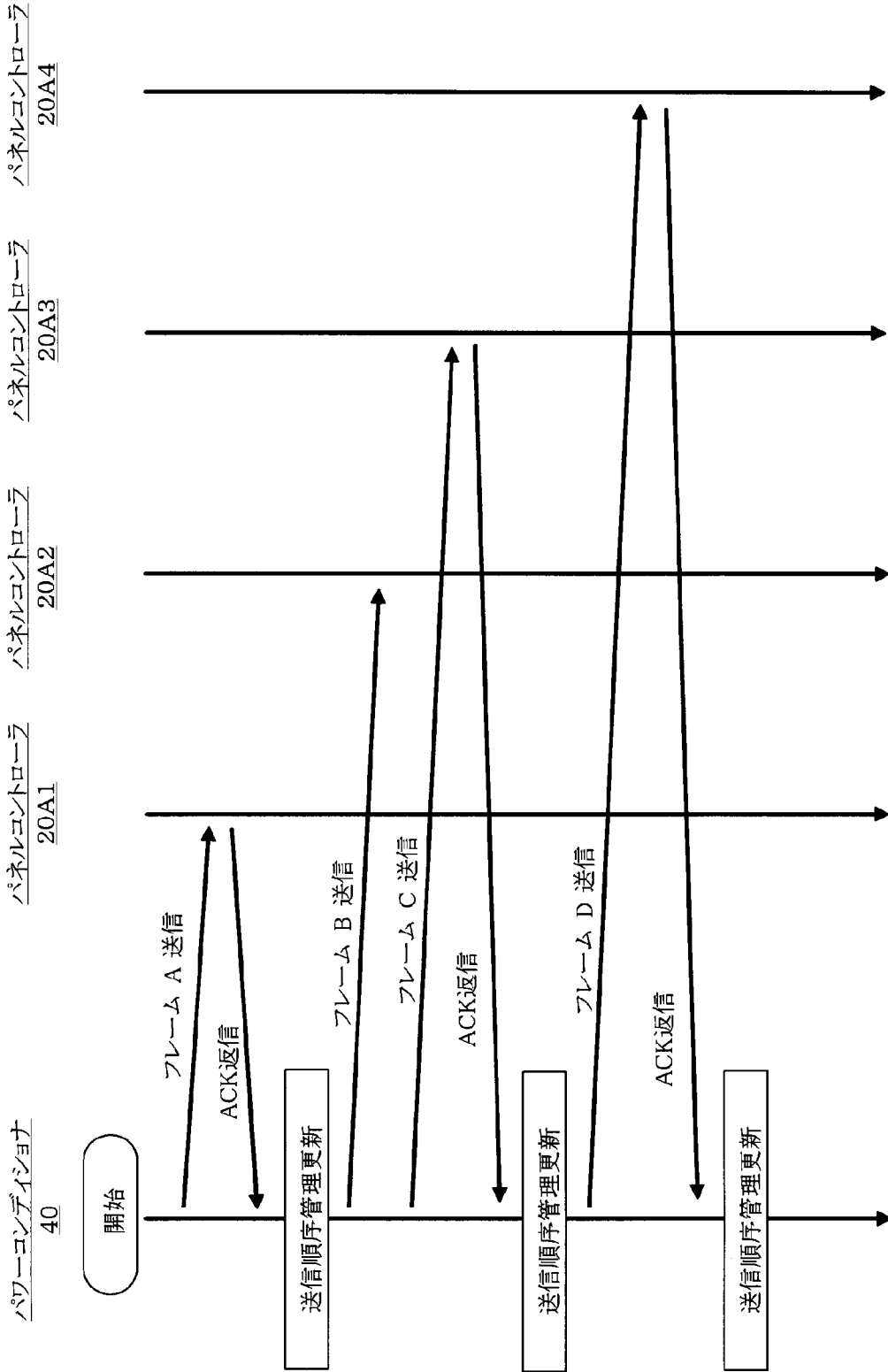
[図7]



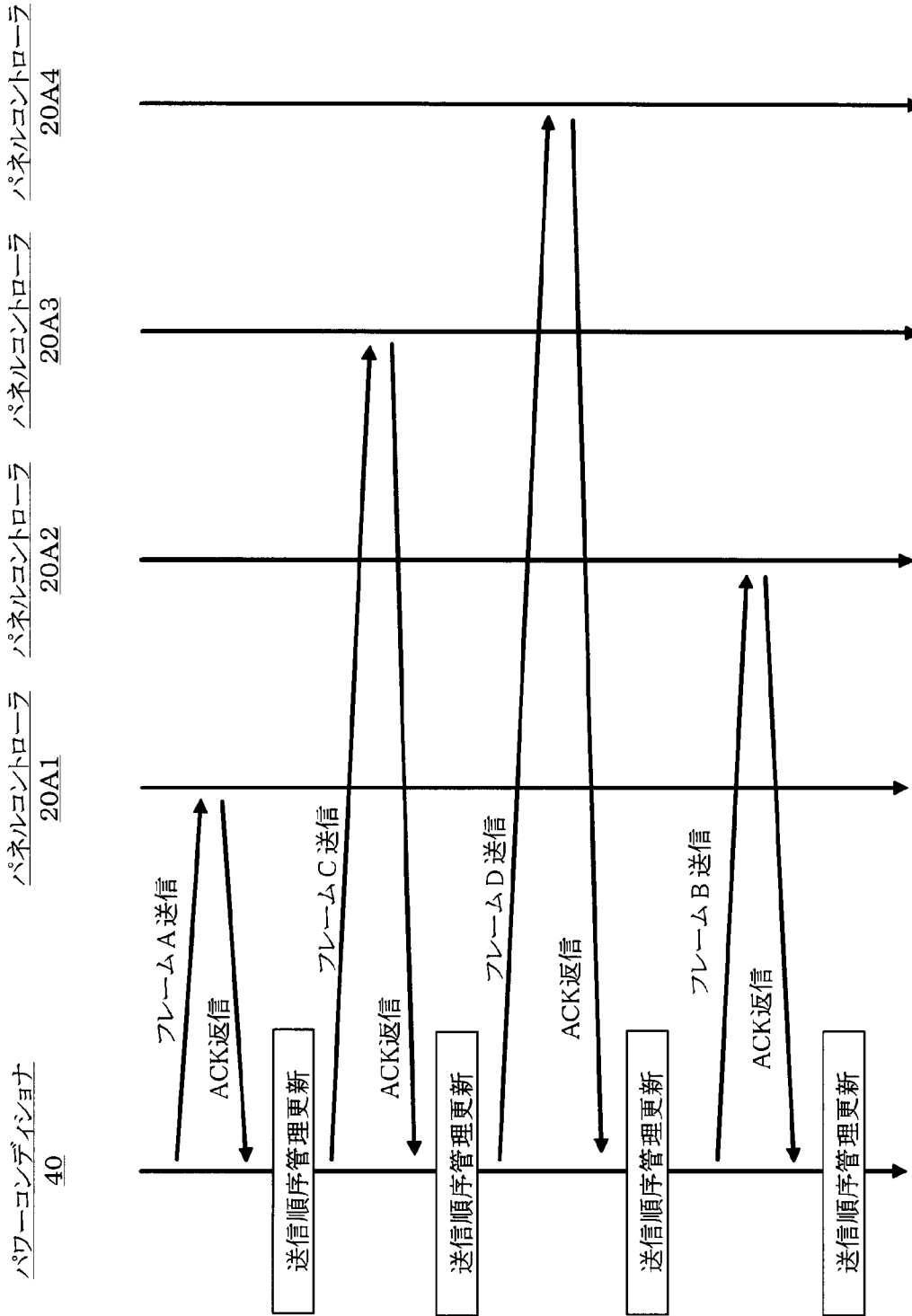
[図8]



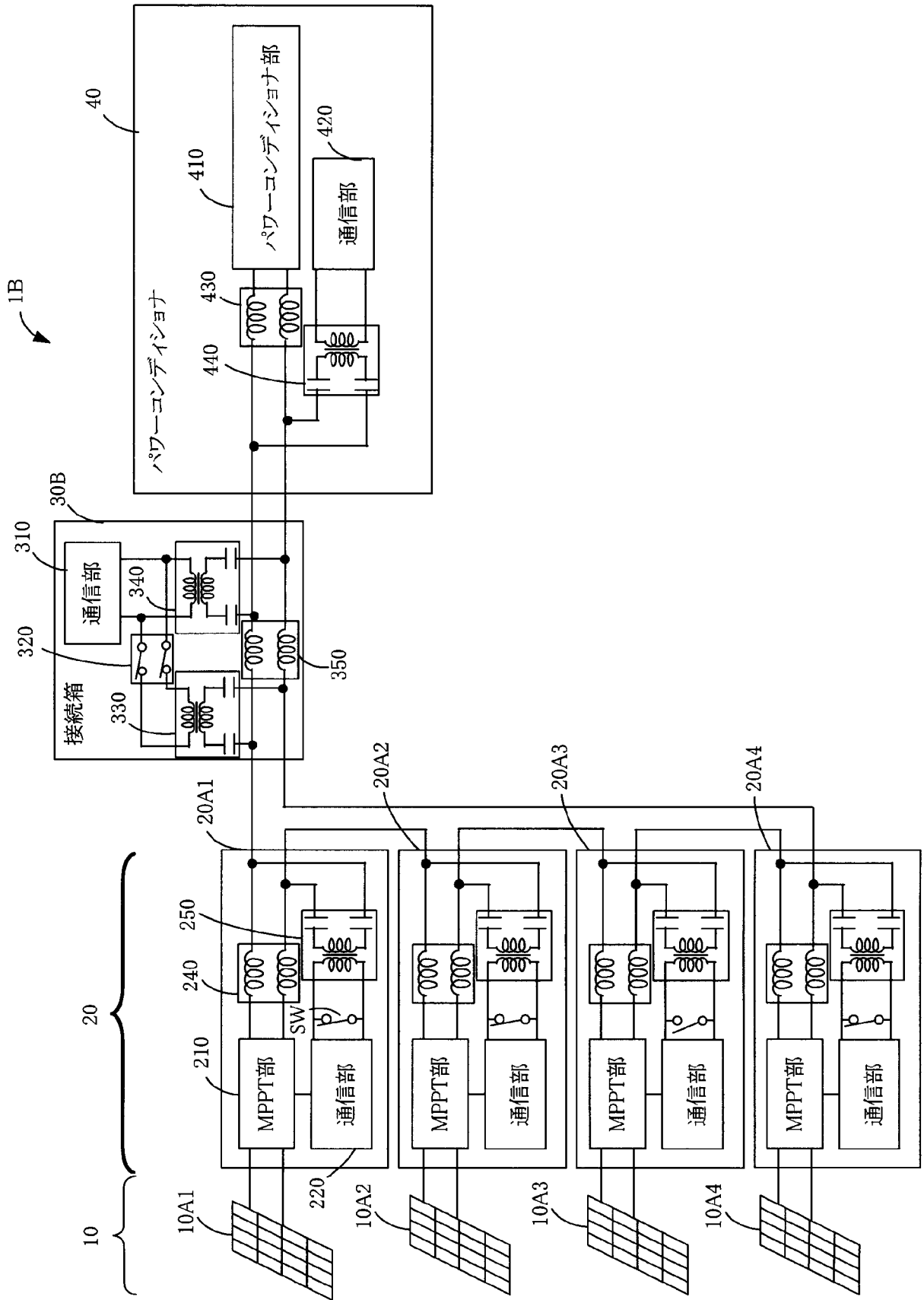
[図9]



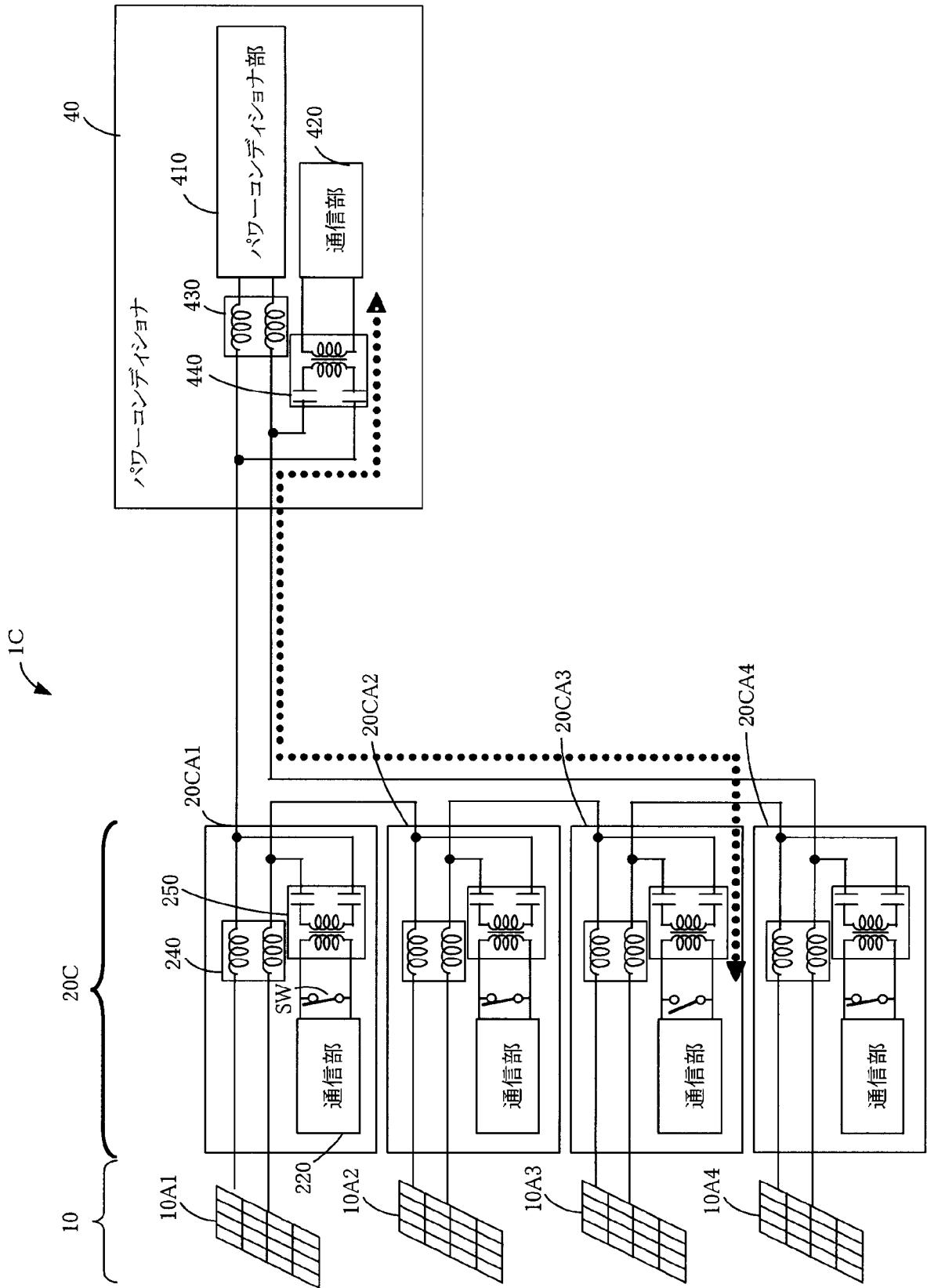
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004555

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/38(2006.01) i, H04B3/54(2006.01) i, H04M11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J3/38, H04B3/54, H04M11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-512139 A (SolarEdge, Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), paragraphs [0039], [0061]; fig. 1, 3, 5 & JP 2010-521720 A & US 2008/0164766 A1 & US 2008/0143188 A1 & US 2008/0150366 A1 & US 2008/0136367 A1 & US 2008/0147335 A1 & US 2008/0144294 A1 & US 2009/0140715 A1 & US 2009/0141522 A1 & US 2009/0206666 A1 & US 2011/0084553 A1 & GB 201109618 D & GB 2480015 A & EP 2089913 A & EP 2092625 A & EP 2092631 A & EP 2135348 A & EP 2374190 A & WO 2008/125915 A2 & WO 2008/132551 A2 & WO 2008/132553 A2 & WO 2008/142480 A2 & WO 2009/007782 A2 & WO 2010/065043 A1 & CN 101636847 A & CN 101953060 A & CN 102239618 A	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 October, 2012 (09.10.12)

Date of mailing of the international search report
23 October, 2012 (23.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004555

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-186795 A (Sony Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0062] to [0098]; fig. 8, 10 & US 2010/0201493 A1 & CN 101800490 A	1-18
A	JP 10-201105 A (Nissin Electric Co., Ltd.), 31 July 1998 (31.07.1998), paragraphs [0029] to [0067]; fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP 2008-72751 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0012], [0031]; fig. 2 (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H02J3/38(2006.01)i, H04B3/54(2006.01)i, H04M11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H02J3/38, H04B3/54, H04M11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-512139 A (ソーラーエッジ エルティードイ) 2010.04.15, 【0039】、【0061】、図1、3、5 & JP 2010-521720 A & US 2008/0164766 A1 & US 2008/0143188 A1 & US 2008/0150366 A1 & US 2008/0136367 A1 & US 2008/0147335 A1 & US 2008/0144294 A1 & US 2009/0140715 A1 & US 2009/0141522 A1 & US 2009/0206666 A1 & US 2011/0084553 A1 & GB 201109618 D & GB 2480015 A & EP 2089913 A & EP 2092625 A & EP 2092631 A & EP 2135348 A & EP 2374190 A & WO 2008/125915 A2 & WO 2008/132551 A2 & WO 2008/132553 A2 & WO 2008/142480 A2 & WO 2009/007782 A2 & WO 2010/065043 A1 & CN	1-18

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.10.2012	国際調査報告の発送日 23.10.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 麻川 倫広 電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	101636847 A & CN 101953060 A & CN 102239618 A	
A	JP 2010-186795 A (ソニー株式会社) 2010.08.26, 【0062】 - 【0098】、図8、10 & US 2010/0201493 A1 & CN 101800490 A	1-18
A	JP 10-201105 A (日新電機株式会社) 1998.07.31, 【0029】 - 【0067】、図1 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2008-72751 A (松下電工株式会社) 2008.03.27, 【0012】、【0031】、図2 (ファミリーなし)	1-18